



Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-262280

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) IntCl<sup>8</sup>

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

7/00

7/00

D

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-62823

(22) 出願日 平成7年(1995)3月22日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 伊織 博子

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 浮田 明生

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

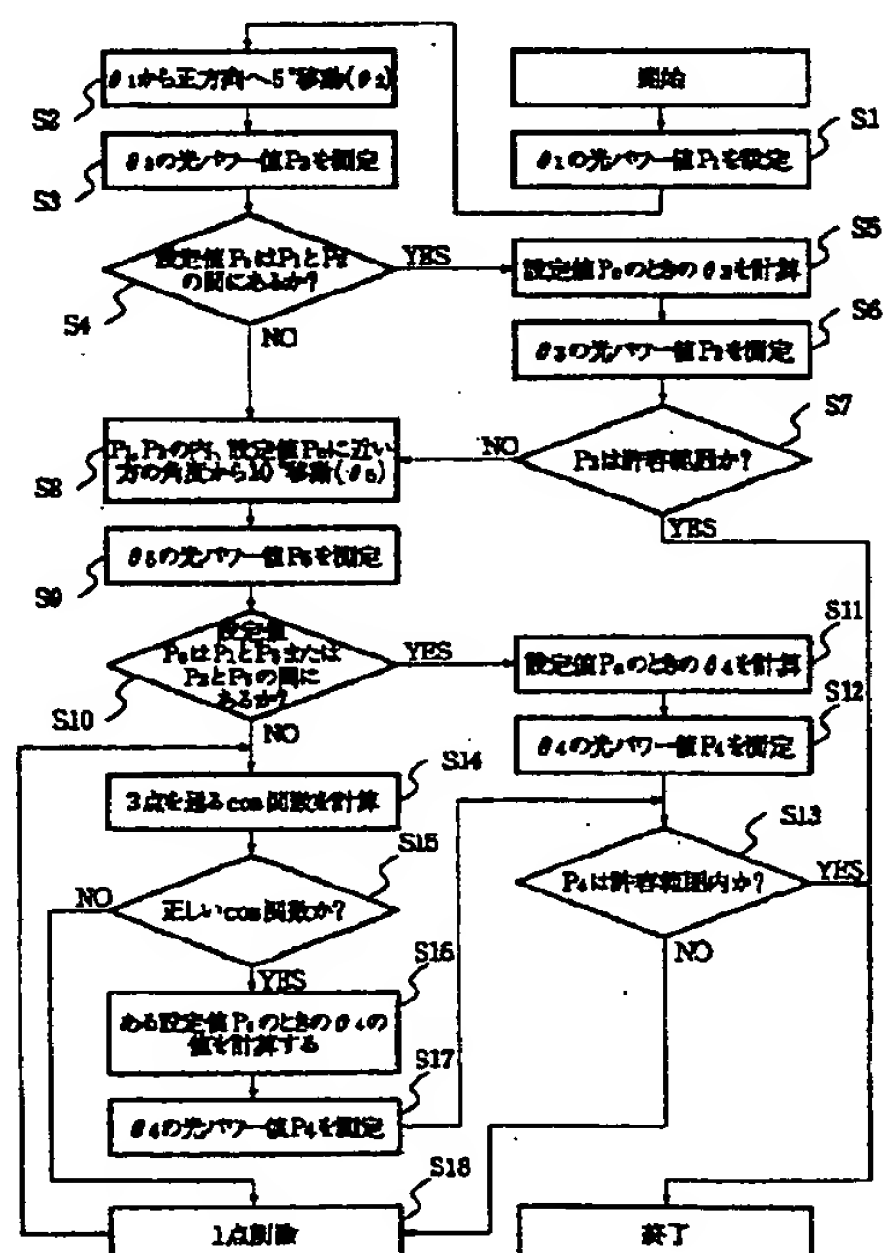
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光ファイバの光軸調整方法

(57) 【要約】

【目的】 半導体レーザと光ファイバとの光軸中心の回転方向の光軸合わせ。

【構成】 光ファイバの光軸を中心とする複数の回転角度  $\theta_1, \dots, \theta_n$  での半導体レーザから出射され、光ファイバを透過した光量の光パワー値を測定する (S1 ~ S3)。これら光パワー値から比率計算により求めた角度  $\theta_s$  の光パワー値が設定値  $P_s$  に近くない時は (S4 ~ S7)、角度  $\theta_s$  の光パワー値を測定し、これが  $P_s$  と所定の関係にない時は、角度  $\theta_1, \dots, \theta_n$  での光パワー値から光ファイバの光軸を中心とする回転角度に対する光パワー値を分布となる連続関数を決定し (S10, S14)、この連続関数を用いて光パワー値が  $P_s$  となる角度を求める (S16)。求めた角度において実測した光パワー値が  $P_s$  と異なる時などには (S17, S10 ~ S13)、新たな角度で実測した光パワー値を加えて連続関数を再度決定する (S18)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバの端面の光軸と光素子の光軸とをほぼ一致させ前記光ファイバの端面をその光軸を中心に前記光素子に対し回転させた時の回転角度である回転軸の角度に対する前記光ファイバと前記光素子との間の伝達光量の分布が極大値及び極小値を一つずつ持つ連続関数となるものと仮定し、複数の前記回転軸の角度において実測した前記伝達光量から前記連続関数を決定し、この決定した前記連続関数を用いて前記伝達光量が設定値となる前記回転軸の角度を算出することを特徴とする光ファイバの光軸調整方法。

【請求項2】 光ファイバの端面の光軸と光素子の光軸とをほぼ一致させ前記光ファイバの端面をその光軸を中心に前記光素子に対し回転させた時の回転角度である回転軸の角度の複数における前記光ファイバと前記光素子との間の伝達光量の実測値から前記伝達光量の前記回転軸の角度に対する分布となるものと仮定する極大値及び極小値を一つずつ持つ連続関数を決定する関数処理と、この関数処理で決定した前記連続関数を用いて前記伝達光量が設定値となる前記回転軸の角度を算出する計算処理と、この計算処理で算出した前記回転軸の角度における前記伝達光量の実測値が前記設定値に近い許容範囲内に入らない時又は前記関数処理で決定した連続関数が不適当なものである時は、前記関数処理で用いた前記伝達光量の実測値のうち前記設定値から最も遠いものを除いたものに新たに求めた前記回転軸の角度での前記伝達光量の実測値を加え再び前記関数処理を行わせる1点削除処理とを含むことを特徴とする光ファイバの光軸調整方法。

【請求項3】 連続関数はCOS関数である請求項1又は2記載の光ファイバの光軸調整方法。

【請求項4】 光素子は半導体レーザである請求項1、2又は3記載の光ファイバの光軸調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバと半導体レーザ等の光素子の光軸位置合わせをする場合に、光素子に対し光ファイバの端面をその光軸を中心として回転させて光ファイバと光素子との間で伝達される光量がほぼ設定値になるように調整する光ファイバの光軸調整方法に関し、特に光ファイバに半導体レーザを接続する光モジュールの組立時に光ファイバの受光面を受光軸を中心として回転して光ファイバからの透過光出力（光パワー値）がほぼ設定値になるように調整する光ファイバの光軸調整方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図4は光ファイバの回転軸の角度に関する光軸調整方法を示す図である。

【0003】この光ファイバの回転軸に関する光軸調整方法は、図4のように半導体レーザ1をその出射光軸が

光ファイバ2の受光軸に一致するように固定し、光ファイバ2を半導体レーザ1の出射光軸上で受光面を半導体レーザ1に向け、しかも近接させて保持する。光ファイバ2の受光面を受光軸を中心として回転させた時の角度を回転軸の角度と称する。回転軸の角度に対する光パワー値（光ファイバ2の全長他端にセットしたセンサでモニタする半導体レーザ1が出射し光ファイバ2の全長を透過した光の強さ）の関係は、半導体レーザ1の出射光軸と光ファイバ2の受光軸が完全には同一直線上にない等のため、図5のように極大値と極小値を持ち連続的に変化する分布となる。図5において縦軸は光パワー値を示し、横軸は回転軸の角度（ $\theta$ ）を示す。

【0004】図3は従来の光ファイバの回転軸に関する光軸調整方法を説明する図である。

【0005】この従来の光ファイバの光軸調整方法は、山登り法を用いている。図3で、光ファイバの回転軸の角度がaであったとする。次に回転軸の角度を一定ピッチだけ変移させ角度bとし、光パワー値を測定する。角度aの光パワー値と所定の設定値P<sub>e</sub>との差の絶対値よりも角度bの光パワー値と設定値P<sub>e</sub>との差の絶対値が小さい場合は、さらに同一方向に同じピッチだけ角度を変移させ角度cに到り、再び光パワー値を測定する。以上のように、測定する光パワー値とある設定値との差の絶対値が小さくなり続ける限り、回転軸の角度を一定ピッチずつ変移させながら光パワー値の測定を繰り返す。このようにして光パワー値が設定値P<sub>e</sub>となる回転軸の角度eを過ぎ、角度fに到ると、角度dと角度fの光パワー値を比較し、ある設定値P<sub>e</sub>との光パワー値の絶対値の差がより小さい角度で調整を終了する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の光ファイバの光軸調整方法は、一定ピッチずつ回転軸の角度を変移させる山登り法を用いているため、特に光パワー値が目標とする設定値となる回転軸の角度から遠い角度から探索を開始する場合、測定・角度変移のステップの繰り返しが多くなり、調整時間が長くなるという欠点があった。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の光ファイバの光軸調整方法は、光ファイバの端面の光軸と光素子の光軸とをほぼ一致させ前記光ファイバの端面をその光軸を中心に前記光素子に対し回転させた時の回転角度である回転軸の角度に対する前記光ファイバと前記光素子との間の伝達光量の分布が極大値及び極小値を一つずつ持つ連続関数となるものと仮定し、複数の前記回転軸の角度において実測した前記伝達光量から前記連続関数を決定し、この決定した前記連続関数を用いて前記伝達光量が設定値となる前記回転軸の角度を算出することを特徴とする。

【0008】本発明の光ファイバの光軸調整方法は、光

ファイバの端面の光軸と光素子の光軸とをほぼ一致させ前記光ファイバの端面をその光軸を中心に前記光素子に対し回転させた時の回転角度である回転軸の角度の複数における前記光ファイバと前記光素子との間の伝達光量の実測値から前記伝達光量の前記回転軸の角度に対する分布となるものと仮定する極大値及び極小値を一つずつ持つ連続関数を決定する関数処理と、この関数処理で決定した前記連続関数を用いて前記伝達光量が設定値となる前記回転軸の角度を算出する計算処理と、この計算処理で算出した前記回転軸の角度における前記伝達光量の実測値が前記設定値に近い許容範囲内に入らない時又は前記関数処理で決定した連続関数が不適当なものである時は、前記関数処理で用いた前記伝達網領の実測値のうち前記設定値から最も遠いものを除いたものに新たに求めた前記回転軸の角度での前記伝達光量の実測値を加え再び前記関数処理を行わせる1点削除処理とを備えている。

【0009】

【実施例】次に、本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0010】図1は本発明の光ファイバの光軸調整方法の一実施例を示す流れ図であり、図2は本実施例で用いる光モジュール組立装置を示すブロック図である。本実施例でも図4のように半導体レーザの出射光を光ファイバに入射させる光モジュールの光軸調整を行い、図2の光モジュール組立装置は、光ファイバの受光軸を通信とする回転も含め半導体レーザまたは光ファイバのうちいずれかを移動させる調心ステージ21と、光パワー値を測定する装置22と、光半導体レーザと光ファイバを溶接により接合する装置23と、これらを制御すると共にデータの記憶、演算を行う制御部24から構成される。

【0011】なお、本実施例では、回転軸の角度に対する光パワー値の分布を近似する極大値と極小値を持つ連続関数として、 $\cos$ 関数を用いる。この $\cos$ 関数とは、光パワー値を $P$ 、回転軸の角度を $\theta$ 、係数及び定数を $a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ とすると、以下の式で表せる関数をいう。

【0012】 $P = a \times \cos(\theta + \alpha) + b \dots (1)$   
上記 $\cos$ 関数の筋肉間は以下の区間とする。

【0013】 $0 \leq \theta < 2\pi \text{ (rad)}$

また、設定値 $P_e$ とは、光軸調整において最終的に光ファイバがレーザダイオードから受光し、全長にわたって透過させ他端から出射するべき光パワー値のことである。

【0014】次に、本実施例の動作を説明する。

【0015】まず、図1の処理S1で制御部24によって半導体レーザの回転軸に関する初期位置の角度を $\theta_1$ とし、光パワー値を測定する装置22によって $\theta_1$ における光パワー値 $P_1$ を測定し、制御部24によって光パワー値 $P_1$ が読み込まれる。

【0016】次に処理S2で、調心ステージ21によ

て光ファイバと半導体レーザを相対的に回転させて回転軸の角度を $\theta_2$ より正方向に $5^\circ$ 増加させ、この時の回転軸の角度を $\theta_2$ とおく。

【0017】次に処理S3で、光パワー値を測定する装置22によって角度 $\theta_2$ における光パワー値 $P_2$ が読み込まれる。

【0018】次に処理S4で、制御部24によって設定値 $P_e$ と光パワー値 $P_1$ と $P_2$ を比較する。設定値 $P_e$ が、光パワー値 $P_1$ の値と $P_2$ の値の間に存在する場合は、処理S5に進み、存在しない場合は、処理S8に進む。

【0019】処理S5では、制御部24によって比率による計算を行う。比率による計算とは、光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の内大きい方を $P_0$ 、もう一方を $P_1$ とする時( $P_1 < P_0$ )、光パワー値 $P_1$ 、 $P_0$ 、 $P_e$ における回転軸の角度をそれぞれ $\theta_1$ 、 $\theta_0$ 、 $\theta_e$ とすると、以下の式に基づいて $\theta_e$ を計算することをさす。

【0020】 $\theta_e = \{ (P_0 - P_1) \times \theta_0 + (P_1 - P_e) \times \theta_1 \} / (P_0 - P_1)$

次に、処理S6で制御部24によって、 $\theta_e$ を $\theta_2$ とし、光パワー値を測定する装置22によって回転軸の角度が $\theta_e$ における光パワー値を測定し、制御部24によってこの光パワー値 $P_e$ が読み込まれる。

【0021】次に処理S7で制御部24によって光パワー値 $P_e$ が設定値 $P_e$ からあらかじめ定められた許容範囲内に存在すれば調整を終了し、存在しなければ処理S8に進む。

【0022】処理S8では、制御部24によって、光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の内の設定値 $P_e$ との差の絶対値が小さい方のものの回転軸の角度から光パワー値が設定値 $P_e$ となると思われる回転軸の角度の方向(以下、設定値の方向と言う)へ調心ステージ21によって光ファイバと半導体レーザとを相対的に $10^\circ$ 回転させた時の回転軸の角度を $\theta_3$ とする。ここで、設定値の方向は、 $|P_1 - P_e| = A$ 、 $|P_2 - P_e| = B$ とした時に $A \leq B$ の場合は回転軸の負方向(回転軸の角度が減少する方向)となり、 $A > B$ の場合は、正方向(回転軸の角度が増加する方向)となる。

【0023】次に処理S9で、光パワー値を測定する装置22によって角度 $\theta_3$ における光パワー値 $P_3$ を測定し、制御部24によってこの光パワー値 $P_3$ が読み込まれる。

【0024】次に処理S10で、制御部24によって設定値 $P_e$ が光パワー値 $P_1$ と $P_3$ の間にあるか、または、光パワー値 $P_1$ と $P_3$ の間にあるか、あるいは、そのどちらでもないかを判定する。設定値 $P_e$ が光パワー値 $P_1$ と $P_3$ の間に存在するか、または、 $P_1$ と $P_3$ の間に存在すれば、処理S11に進み、設定値 $P_e$ が光パワー値 $P_1$ と $P_3$ の間にも、 $P_2$ と $P_3$ の間にも存在しなければ、処理S14に進む。



【0025】処理S11では、制御部24によって比率による計算を行う。比率による計算とは、設定値 $P_0$ が光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の間に存在する場合は、光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の内大きい方を $P_0$ 、もう一方を $P_0$ とし、設定値 $P_0$ が光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の間に存在する場合は、光パワー値 $P_1$ と $P_2$ の内大きい方を $P_0$ 、もう一方を $P_0$ として処理S5と同様の計算により角度 $\theta_0$ を算出する。

【0026】次に、処理S12で制御部24によって、処理S11で算出した $\theta_0$ を $\theta_1$ とし、光パワー値を測定する装置22によって回転軸の角度が $\theta_1$ における光パワー値 $P_1$ を測定し、制御部24によってこの光パワー値 $P_1$ が読み込まれる。

【0027】次に処理S13で制御部24によって光パワー値 $P_1$ が設定値 $P_0$ からあらかじめ定められた許容範囲内に存在すれば調整は終了し、存在しなければ処理S18に進む。

【0028】処理S14では、制御部24によって3点を通る $\cos$ 関数を計算する。ここで3点とは、処理S9からの、あるいは、処理S18からの、3点の座標 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 及びそれぞれの座標に対応する光パワー値 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ である。ここで、前述の式(1)の $\cos$ 関数にそれぞれを代入すると、以下の様になる。

$$【0029】 P_1 = a \times \cos(\theta_1 + \alpha) + b$$

$$P_2 = a \times \cos(\theta_2 + \alpha) + b$$

$$P_3 = a \times \cos(\theta_3 + \alpha) + b$$

上3式の $a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ における3元1次連立方程式を解き、 $a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ の値を求める。

【0030】次に処理S15で、処理S14で求めた $\cos$ 関数が正しい $\cos$ 関数かどうかを制御部24によって判定する。正しい $\cos$ 関数とは、以下の2式を同時に満たす $\cos$ 関数をさす。

$$【0031】 b - a < 0$$

$$a + b < P_0$$

処理S14で求めた $\cos$ 関数が正しいと判定されれば処理S16に進み、正しいと判定されなければ、処理S18に進む。

【0032】処理S16では制御部24によって、処理S14で求めた $a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ を用いた $\cos$ 関数で光パワー値が設定値 $P_0$ となるときの回転軸の角度 $\theta_0$ を次の式から求める。

$$【0033】 P_0 = a \times \cos(\theta_0 + \alpha) + b$$

算出した角度 $\theta_0$ を $\theta_1$ として以下の処理を行う。処理S17で光パワー値を測定する装置22によって角度 $\theta_1$ における光パワー値を測定し、制御部24によってこの光パワー値が $P_1$ として読み込まれ、処理S13に進む。

【0034】処理S18では、制御部24によって1点削除を行う。1点削除とは、3点回転軸の角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ の光パワー値 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のうち、設定値

$P_0$ との差の絶対値が最も大きい回転軸の角度を削除し、残りの回転軸の角度を $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とし、それぞれの回転軸の角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ に対応する光パワー値を $P_1$ 、 $P_2$ とし、 $P_1$ と $P_2$ の内設定値 $P_0$ との差の絶対値が小さい方の回転軸の角度から調心ステージ21によって光ファイバと半導体レーザとを相対的に設定値の方向に $10^\circ$ 回転させた時の回転軸の角度を $\theta_1$ とし、光パワー値を測定する装置22によって角度 $\theta_1$ における光パワー値を測定し、制御部24によってこの光パワー値を $P_1$ として読み込むことをいう。

【0035】ここで、設定値の方向は、 $|P_1 - P_0| = A$ 、 $|P_2 - P_0| = B$ とした場合に、 $[A \leq B \text{ かつ } \theta_1 \leq \theta_2]$ 又は $[A > B \text{ かつ } \theta_1 > \theta_2]$ のときは回転軸の負方向、 $[A \leq B \text{ かつ } \theta_1 > \theta_2]$ 又は $[A > B \text{ かつ } \theta_1 \leq \theta_2]$ のときは回転軸の正方向となる。

【0036】本実施例で調整を終了した後に半導体レーザと光ファイバとを溶接装置23により接合して光モジュールを組立てることができる。

【0037】なお、本実施例で半導体レーザの出射光量変動する時は設定値 $P_0$ をそれに応じて変動させればよい。

【0038】また、本発明は光ファイバと半導体レーザの光軸調整のほか、光ファイバと発光ダイオード、光ファイバと受光素子又は光ファイバと光ファイバとの光軸調整にも適用できる。

【0039】

【発明の効果】本発明の光ファイバの光軸調整方法は、光素子に対し光ファイバの端面を光軸を中心に回転した時の光素子と光ファイバとの間の伝達光量の分布を連続関数として求め、この連続関数を用いて伝達光量が設定値となる時の回転軸の角度を求めることにより探索のステップの回数が減少し、光ファイバを光素子に対して回転させ伝達光量を測定する回数を減少させることができ、調整時間を短縮できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバの光軸調整方法の一実施例を示す流れ図である。

【図2】図1に示す実施例で用いる光モジュール組立装置のブロック図である。

【図3】従来の光ファイバの光軸調整方法を説明する図である。

【図4】光ファイバの回転軸の角度に関する光軸調整方法を示す斜視図である。

【図5】光ファイバの回転軸の角度と光パワー値の関係を示す図である。

【符号の説明】

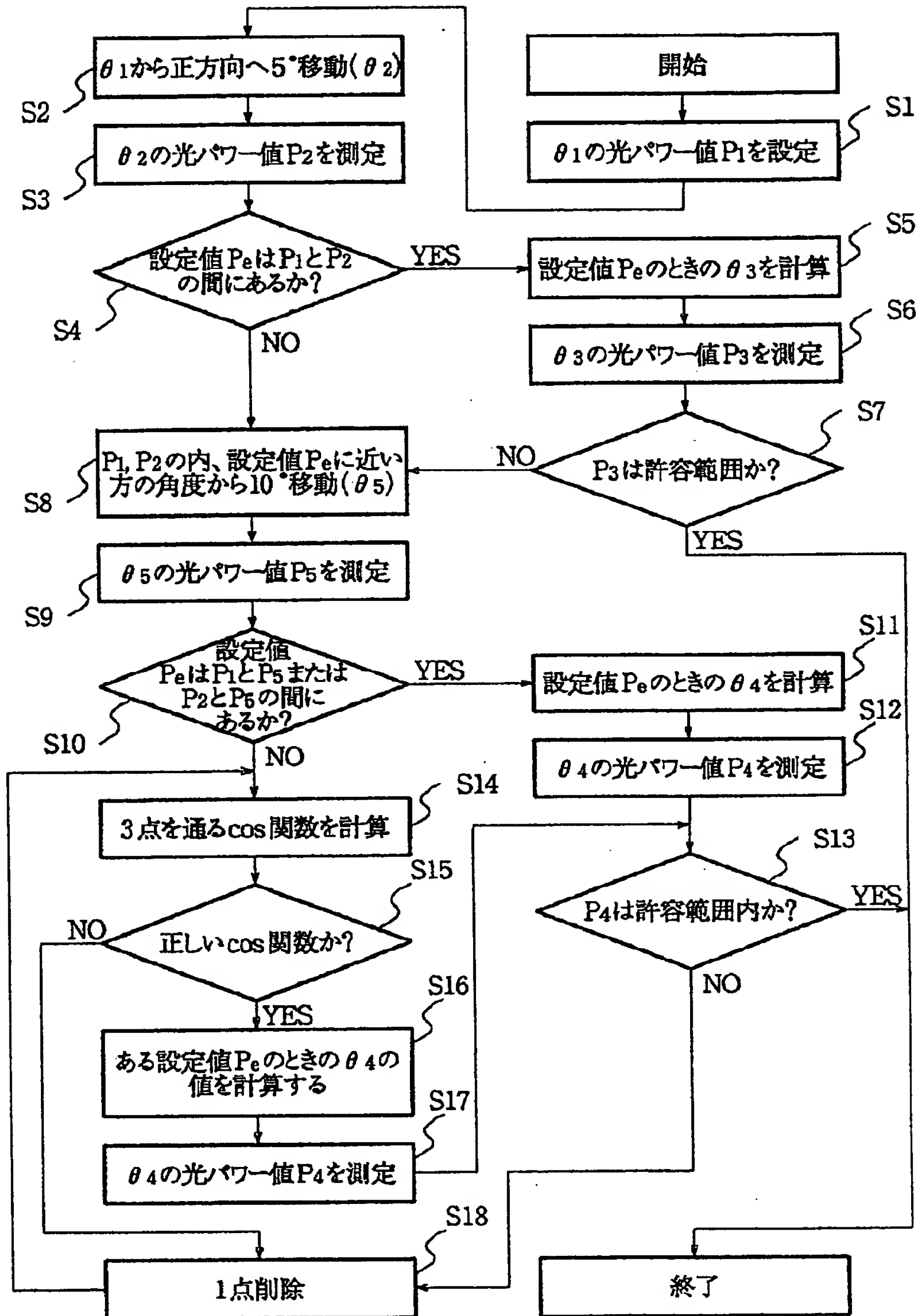
1 半導体レーザ

2 光ファイバ

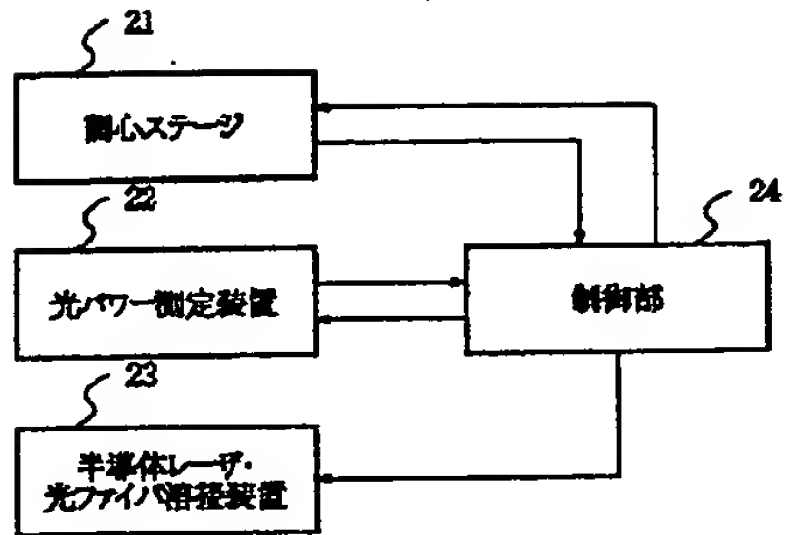
21 調心ステージ

22 光パワー測定装置

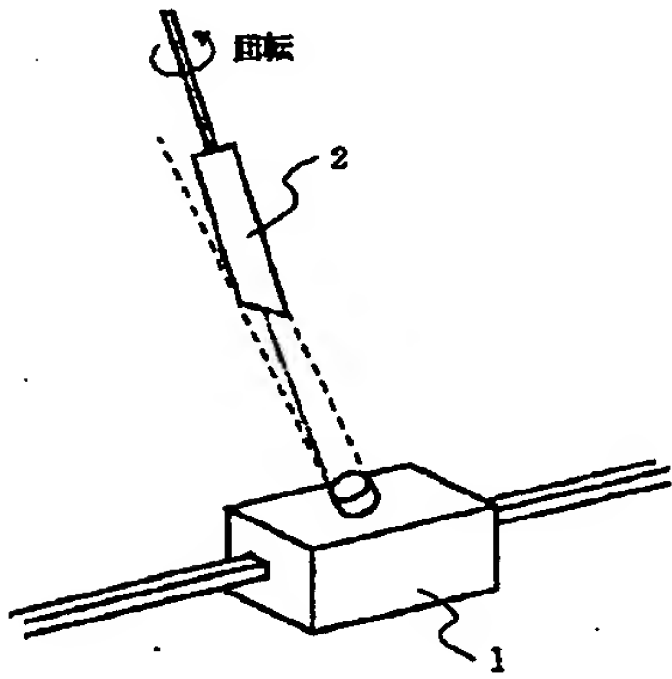
【図1】



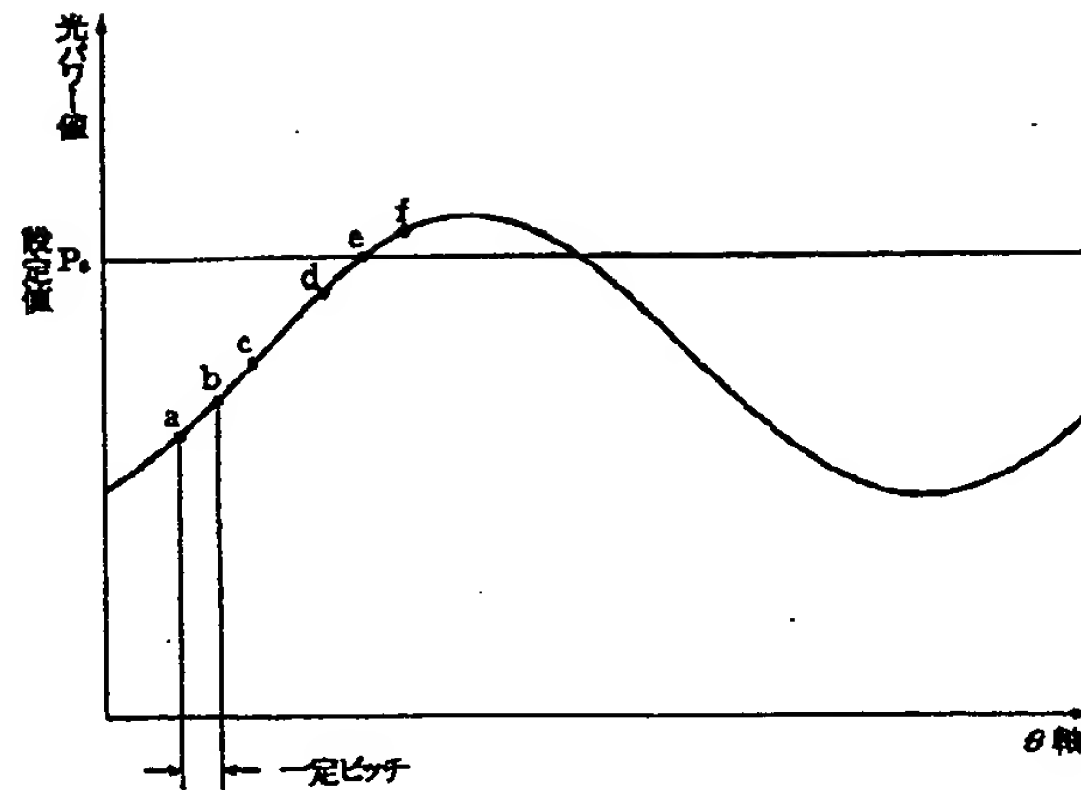
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

